

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 42 38 417 A 1

(51) Int. Cl. 5  
H 01 L 25/07

H 01 L 23/498  
H 01 L 23/36  
H 05 K 7/20  
H 05 K 3/30  
H 05 K 13/00  
// H05K 1/03, H02M  
5/44, H02P 7/63

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)  
14.11.91 JP 3-298895

(71) Anmelder:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

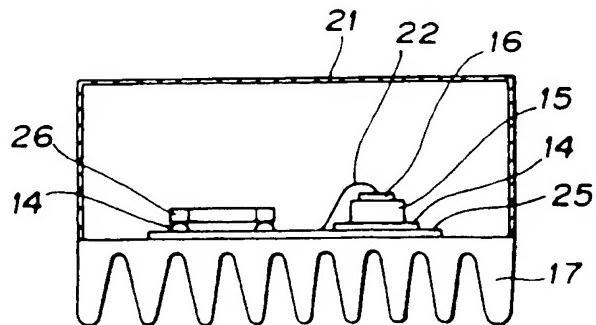
(74) Vertreter:  
Popp, E., Dipl.-Ing.Dipl.-Wirtsch.-Ing.Dr.rer.pol.;  
Sajda, W., Dipl.-Phys.; Reinländer, C., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing., Bohnenberger, J., Dipl.-Ing.Dr.phil.nat.,  
8000 München; Bolte, E., Dipl.-Ing.; Möller, F.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 2800 Bremen

(72) Erfinder:  
Yamashita, Koyo, Nagoya, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Halbleitermodul und Leistungsregler zum Einsatz mit diesem sowie Verfahren zu dessen Herstellung

(57) Bei einem Halbleitermodul zur Verwendung in Verbindung mit einer Aluminiumrippe (17) wird diese direkt mit einem Dickschichtkunststoff (25) beschichtet. Ein Kupferfolienmuster (14) bildet auf einer Fläche des Dickschichtkunststoffs (25) Leitungswände. Ein Halbleiterelement (16) ist auf dem Kupferfolienmuster (14) angeschlossen. Außerdem wird bei einem Leistungsregler zum Einsatz in Verbindung mit dem Halbleitermodul ein Steuerschaltungsteil an Bereiche des Dickschichtkunststoffs (25) mit Ausnahme der von dem Kupferfolienmuster (14) gebildeten Leitungswände angelötet.



## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Halbleitermodul mit einem Gehäuse mit einem Innenraum und einer diesen verschließenden Wärmeableitvorrichtung, welches eine leitende Kühlrippe aufweist, sowie auf ein Verfahren zur Herstellung eines Halbleitermoduls.

Insbesondere bezieht sie sich auf einen Leistungsregler zum Einsatz in Verbindung mit dem Halbleitermodul für einen Wechselrichter, eine Servomotorsteuerung oder dergleichen zum Ansteuern eines Motors, der Wechselstrom mit veränderlicher Spannung und veränderlicher Frequenz erzeugt.

Eine grundsätzliche Anordnung eines Schaltungssubstrats ist in Fig. 8 dargestellt, wie sie beispielsweise in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. HEI 2-2 09 787 beschrieben wird. Gemäß Fig. 8 wird ein Polyamidfilm 3 mittels einer Klebschicht auf ein Aluminiumsubstrat aufgeklebt. Eine Vielzahl von Leitungswegen bzw. Durchführungen wird mittels eines Kupferfolienmusters 4 auf dem Polyamidfilm 3 gebildet. Ein Halbleiterelement 6 oder dergleichen wird des weiteren fest auf das Kupferfolienmuster 4 über eine Wärmeleitplatte 5, beispielsweise ein Kupferstück oder dergleichen, befestigt.

Fig. 9 zeigt eine grundsätzliche Anordnung eines Wechselrichters, bei dem das in Fig. 8 dargestellte Schaltungssubstrat eingesetzt wird. Wie Fig. 9 veranschaulicht, wird auf die Rückseite des Aluminiumsubstrats 1 eine Silikonmasse aufgebracht, um die Wärmeleitung zu erhöhen. Das Aluminiumsubstrat 1 wird unter Verwendung von Schrauben 9 fest auf einer Kühlrippe 7 angebracht. Das Halbleiterelement 6 auf dem Aluminiumsubstrat 1 wird dabei durch ein Formbauteil 10 geschützt. Der Wechselrichter weist seinerseits eine Abdeckung 11 zum Schutz des Halbleitermoduls auf. Das Halbleiterelement 6 ist über einen Draht 12 mit dem Kupferfolienmuster 4 verbunden.

Wie vorstehend erläutert wird eine Silikonmasse 8 zur Verbesserung der Wärmeleitung verwendet. Unter der Voraussetzung, daß das Aluminiumsubstrat 1 und die Kühlrippe 7 direkt mittels Schrauben ohne Einsatz der Silikonmasse miteinander verbunden sind, bleibt zwischen dem Aluminiumsubstrat 1 und der Kühlrippe 7 ein kleiner Luftspalt. Luft besitzt eine geringe Wärmeleitfähigkeit von etwa  $0.06 \cdot 10^{-3}$  (cal/cm·s·°C). Folglich läßt sich Wärme über den Spalt hinweg nur schwer übertragen.

Fig. 10 zeigt ein Schaltbild eines Wechselrichters, bei dem das in Fig. 9 dargestellte Halbleitermodul eingesetzt wird. Gemäß Fig. 10 besteht eine Stromrichterschaltung 50, die einen kommerziell üblichen Drehstrom kommutiert, aus sechs Dioden. Ein Glättungskondensator 51 glättet den Ausgangsstrom aus der Stromrichterschaltung 50. Eine Wechselrichterschaltung 52 setzt einen vom Glättungskondensator 51 geglätteten Gleichstrom in einen Dreiphasen-Wechselstrom mit wählbarer Spannung und Frequenz um und führt diesen einem Drehstrom-Induktionsmotor 53 zu. In der Wechselrichterschaltung 52 sind parallel zu beiden Anschlüssen des Glättungskondensators 51 drei Halbleiterschalter am oberen Arm und drei Halbleiterschalter am unteren Arm geschaltet, während der Ausgangsstrom von einem Verbindungspunkt zwischen jedem Halbleiterschalter am oberen Arm mit dem Halbleiterschalter am unteren Arm dem Drehstrom-Induktionsmotor 53 zugeführt wird.

Jedes Halbleiterschaltelelement der Wechselrichter-

schaltung 52 wird durch eine Steuerschaltung 54 eingeschaltet und versorgt den Drehstrom-Induktionsmotor 53 mit einem dreiphasigen impulsdauermodulierten Wechselstrom.

Bei dem Wechselrichter stellen die Stromrichterschaltung 50 und die Wechselrichterschaltung 52 Heizelemente dar und sind dementsprechend bei einer herkömmlichen Vorrichtung zu einem Leistungsmodul 55 zusammengefaßt und auf einer Kühlrippe 7 angeordnet, wie Fig. 11 zeigt.

Fig. 12a–12e sowie Fig. 13 veranschaulichen ein Verfahren zur Herstellung des konventionellen Halbleitermoduls. Gemäß Fig. 12a wird der Polyamidfilm 3 (100 µm) auf das Kupferfolienmuster 4 (35 µm) aufgebracht (Schritt S90), worauf gemäß Fig. 12b das Kupferfolienmuster 4 auf das Aluminiumsubstrat (2–3 mm) durch Erwärmen und Pressen aufgebracht wird und auf dem Aluminiumsubstrat 1 Schraubfassungen gebildet werden (Schritt S91). Gemäß Fig. 12c wird in einem Ätzvorgang (Schritt S92) ein Schaltungsmuster auf dem Kupferfolienmuster 4 gebildet. Gemäß Fig. 12d werden die Wärmeleitplatte 5 und das Halbleiterelement 6 auf das Schaltungsmuster (Kupferfolienmuster 4) aufgelötet (Schritt S93), woraufhin das Halbleiterelement 6 unter Verwendung des Drahtes 12 mit anderen Teilen des Schaltungsmusters verbunden (Schritt S94) und die Abdeckung 11 auf das Aluminiumsubstrat 1 aufgesetzt wird (Schritt S96). Abschließend wird das Aluminiumsubstrat 1 mittels der Schrauben auf der Kühlrippe 7 befestigt (Schritt S97).

Die Silikonmasse wird in pastöser Form aufgetragen und besteht aus einem Silikonöl bzw. Silikonschmiernittel als Träger für ein wärmeleitfähiges Metalloxid. Die Wärmeleitfähigkeit des in elementarer Form vorliegenden Silikonöls beträgt etwa  $0.4 \cdot 10$ , während die Wärmeleitfähigkeit des dem Metalloxid zugesetzten Silikonöls etwa  $1.5 \cdot 10^{-3}$  (cal/sec·cm·°C) beträgt. Die elektrische Leitfähigkeit der Silikonmasse zur Isolierung beträgt etwa  $10^{13}$  (Ω·cm).

Bei dem herkömmlichen Schaltungssubstrat wird die Silikonmasse zu dem Zweck aufgetragen, die Wärmeleitung zu verbessern. Die Wärmeleitfähigkeit der Silikonmasse beträgt jedoch etwa  $3.4 \cdot 10^{-3}$  (cal/sec·cm·°C), ist also erheblich niedriger als die Wärmeleitfähigkeit von Aluminium, die  $486 \cdot 10^{-3}$  (cal/sec·cm·°C) beträgt. Somit liegt insofern ein Problem vor, als die Verwendung der vorstehend erläuterten Anordnung eine unerwünschte Abstrahlungsleistung besitzt.

Wird außerdem die Silikonmasse auf die Rückseite des Aluminiumsubstrats aufgetragen, so geschieht dies vollflächig auf der gesamten Rückseite des Aluminiumsubstrats in geringstmöglicher Schichtdicke. Weisen jedoch das Aluminiumsubstrat und die Kühlrippe eine Krümmung auf, so können Bereiche vorliegen, in denen keine Silikonmasse aufgetragen ist. Die Silikonmasse läßt sich nur mit Schwierigkeiten jedesmal in der richtigen Menge entsprechend der Krümmung auftragen. Folglich liegt auch insofern ein Problem vor, als bei Bildung eines Spalts eine Veränderung in der Wärmeleitung auftritt. In diesem Zusammenhang wird normalerweise ein Spalt gebildet, da üblicherweise beim Festziehen der Schrauben eine Biegung des Substrats auftritt.

Aus dem vorstehend erläuterten Grund ist es erforderlich die Planheit sowohl des Aluminiumsubstrats als auch der Abstrahlrippe sorgfältig zu beeinflussen, was normalerweise durch Beeinflussung des auf die Schrauben aufgebrachten Drehmoments geschieht. Damit erhöht sich jedoch die Anzahl der Herstellungsschritte.

Darüberhinaus müssen die Elemente, bei denen eine übermäßig starke Biegung vorliegt, verworfen werden. Somit liegt auch das Problem einer niedrigen Produktionsleistung vor.

Bleibt außerdem die Silikonmasse an den Fingern eines Arbeiters kleben, so kann sie die Produkte bzw. das Arbeitsumfeld verunreinigen, wenn dieser damit in Berührung kommt. Somit tritt auch das Problem der Beinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Herstellungsverfahrens auf.

Da das Aluminiumsubstrat und die Abstrahlrippe durch die Schrauben fest miteinander verbunden sind, um so die Wärmeleitung zu verbessern und die Bildung eines Spals zwischen den jeweiligen Flächen des Aluminiumsubstrats und der Abstrahlrippe zu verhindern, werden außerdem bei Vorliegen einer Krümmung beim Aluminiumsubstrat und bei der Abstrahlrippe gelöste Bereiche des Halbleiterelements und des Kupferfolienmusters beim Festziehen der Schrauben belastet. Dies führt zum Bruch des Halbleiterelements, zur Ablösung desselben von dem Muster, zur Rißbildung im Muster und ähnlichen Erscheinungen. Somit besteht die Sorge, daß die herkömmliche Vorrichtung leicht beschädigt werden kann. Angesichts dieses Umstands ist es erforderlich, ganz strikt auf Planheit des Aluminiumsubstrats und der Abstrahlrippe zu achten und das Drehmoment beim Anziehen der Schrauben sehr präzise zu steuern. In der Praxis ist es jedoch recht schwierig, Bruch und die vorbeschriebenen ähnlichen Probleme auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Schließlich muß auf dem Aluminiumsubstrat ein freier Raum für die Schrauböffnungen gebildet werden. Folglich wird die Fläche, die zum Integrieren bzw. Aufmontieren von Teilen und vom Muster zur Verfügung steht, eingeengt. Um einen Leistungsregler mit den gewünschten Eigenschaften herzustellen, muß das Aluminiumsubstrat vergrößert werden. Und damit stellt sich außerdem insofern ein Problem, als die Miniaturisierung des Leistungsreglers behindert oder eingeschränkt wird.

Somit liegt der Erfundene die Aufgabe zugrunde, ein Halbleitermodul zu schaffen, bei dem die Wärmeabstrahlleistung verbessert wird, bei dem die Wärmeleitung mit besserer Dichte erfolgt, bei dem eine präzise Beeinflussung der Planheit eines Aluminiumsubstrats und einer Kühlrippe sowie eine strenge Steuerung des auf die Schrauben aufgebrachten Drehmoments unnötig sind, bei dem die Produktionsleistung höher ist und bei dem ein Ansatz zur Verbesserung der Miniaturisierung gemacht wird.

Eine weitere Aufgabe der Erfundene besteht in der Schaffung eines Leistungsreglers, bei dem das vorstehend erläuterte Halbleitermodul zum Einsatz kommt.

Diese Aufgabe wird erfundengemäß dadurch gelöst, daß es folgendes aufweist:

- einen direkt auf der Wärmeableiteinrichtung ausgebildeten elektrischen Isolierkörper, der eine Innenfläche definiert;
- ein Kupferfolienmuster, welches eine Vielzahl von Leitungswegen auf der Innenfläche des Isolierkörpers bildet; und
- ein Halbleiterelement, das auf dem Kupferfolienmuster angeschlossen ist.

Bei dem erfundengemäßem Halbleitermodul und dem erfundengemäßem Leistungsregler wird die Kühlrippe direkt mit dem elektrisch isolierenden Kunststoff beschichtet. Die Leitungswände werden von dem Kup-

ferfolienmuster auf der Oberfläche des elektrisch isolierenden Kunststoffs gebildet. Das Leistungs-Halbleiterelement ist dabei auf dem Kupferfolienmuster angegeschlossen.

Bei der erfundengemäßem Anordnung ist es somit möglich, die Wärmeleitfähigkeit im Leistungs-Halbleiterelement erheblich zu verbessern, da eine Schicht aus Silikonmasse entfallen kann. Somit entsteht der Vorteil, daß die Lebensdauer der Vorrichtung verlängert werden kann. Außerdem können Schwankungen in der Wärmeleitung beseitigt werden, während ein eigener Schritt der Verschraubung unnötig ist. Dementsprechend wird weder das Element noch das Muster infolge einer Biegung belastet. Somit ergibt sich der Vorteil, daß sich die Betriebssicherheit der Vorrichtung insgesamt verbessert. Darüberhinaus wird die zur Montage der verschiedenen Elemente effektiv nutzbare Fläche größer, da kein Platz für die zur Verschraubung benötigten Schraublöcher reserviert werden muß, wodurch die Miniaturisierung der Vorrichtung gefördert wird. Da man sich die Schwierigkeiten beim Auftragen der Silikonmasse erspart, ergibt sich der Vorteil einer besseren Produktionsleistung und günstigerer Herstellungskosten.

Weitere Aufgaben und Merkmale der Erfundene ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung. Es zeigen:

**Fig. 1** eine Übersichtszeichnung eines erfundengemäßem Halbleitermoduls;

**Fig. 2** eine Übersichtszeichnung eines erfundengemäßem Leistungsreglers, bei dem das Halbleitermodul aus **Fig. 1** eingesetzt ist;

**Fig. 3a bis 3e** ein erfundengemäßes Ätzverfahren;

**Fig. 4a bis 4d** eine Übersichtszeichnung mit der Darstellung des Verfahrens zur Herstellung eines erfundengemäßem Halbleitermoduls;

**Fig. 5** ein Ablaufdiagramm des erfundengemäßem Verfahrens zur Herstellung eines Halbleitermoduls;

**Fig. 6** eine perspektivische Ansicht eines erfundengemäßem Halbleitermoduls;

**Fig. 7** eine perspektivische Ansicht einer Kühlrippe mit Wabenstruktur;

**Fig. 8** eine Übersichtsdarstellung eines herkömmlichen Halbleitermoduls;

**Fig. 9** eine Übersichtszeichnung eines Leistungsreglers, bei welchem das Halbleitermodul aus **Fig. 8** eingesetzt ist;

**Fig. 10** ein Schaltschema eines herkömmlichen Wechselrichters;

**Fig. 11** eine perspektivische Ansicht eines herkömmlichen Halbleitermoduls;

**Fig. 12a bis 12e** eine Übersichtszeichnung zur Veranschaulichung eines Verfahrens zur Herstellung eines herkömmlichen Halbleitermoduls; und

**Fig. 13** ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung eines herkömmlichen Halbleitermoduls.

Aus **Fig. 1** ergibt sich eine Anordnung eines erfundengemäßem Halbleitermoduls. Das Halbleitermodul umfaßt einen elektrisch isolierenden Dickschichtkunststoff **25**, beispielsweise ein Epoxidharz, mit dem eine Aluminiumrippe **17** zur Wärmeleitung direkt beschichtet ist. Auf den Dickschichtkunststoff **25** ist ein Kupferfolienmuster **14** aufgedruckt, um Leitungswände bzw. Durchführungen zu bilden. Auf das Kupferfolienmuster **14** wird über eine Wärmeleitplatte **15** ein roher bzw. unbedeckter Chip eines Halbleiterelements **16** durch Löten aufmontiert, beispielsweise ein Leistungstransistor, ein IGBT-Element, eine Diode oder dergle-

chen. Das Halbleiterelement 16 ist über einen Draht 22 mit dem Kupferfolienmuster 14 verbunden.

**Fig. 2** zeigt eine Anordnung eines Leistungsreglers, bei dem das in **Fig. 1** abgebildete Halbleitermodul eingesetzt wird. Ein Steuerschaltungsbereich 26 ist durch Löten auf andere Bereiche als die vom Kupferfolienmuster 14 gebildeten Leitungswege aufgebracht. Darüberhinaus ist das Halbleiterelement 16 auf das Kupferfolienmuster 14 aufgelötet. Eine Abdeckung 21 sorgt für den Schutz des Innenraumes, in dem der Leistungsregler untergebracht ist.

Als nächstes wird ein Beispiel für ein Verfahren zum Beschichten der Aluminiumrippe 17 mit einer Isoliermasse, beispielsweise dem Epoxidharz (Dickschichtkunststoff 25) oder dergleichen, näher erläutert. Zunächst wird auf die Kupferfolie gleichmäßig ein Klebstoff aufgetragen und getrocknet, der aus Aluminiumoxidpulver, Epoxidharz, Härter, Lösungsmittel und dergleichen besteht. In diesem Fall wird das Aluminiumoxidpulver dazu verwendet, die Wärmeleitfähigkeit der Kunststoffschicht 25 zu verbessern. Anschließend wird die Kupferfolie, auf welche der Klebstoff aufgetragen wird, auf eine Fläche der Aluminiumrippe 17 aufgestrichen, welche eine planpolierte Oberfläche aufweist, so daß der Klebstoff der Aluminiumrippe 17 zugewandt ist. Anschließend erwärmt man die Kupferfolie und die Aluminiumrippe 17 und preßt beide Teile gegeneinander. Auf diese Weise wird die Oberfläche der Aluminiumrippe 17 mit der Kupferfolie beschichtet.

Als nächstes wird ein Verfahren zum Isolieren der Aluminiumrippe 17 angesichts der Oxidierung ihrer Oberfläche erläutert. Dabei wird auf einer Aluminiumfläche in Sauerstoffatmosphäre problemlos eine stabile Oxidschicht gebildet. Um jedoch in den Fällen, in denen bewußt eine dicke Oxidschicht gebildet wird, die Korrosionsbeständigkeit zu verbessern, stehen ein Eloxalverfahren und ein chemisches Behandlungsverfahren mit Umsetzung der Filmschicht unter Einsatz von Chemikalien zur Verfügung.

Das Eloxalverfahren läuft folgendermaßen ab. In einem Elektrolytbad mit 2% Oxalsäure bzw. 15% Schwefelsäure wird ein Aluminiumprodukt an eine Anode zur Gleichstromelektrolyse herangeführt, worauf an das Aluminiumprodukt ein Wechselstrom zur Bildung eines elektrolytischen Films angelegt wird (Alumitschicht). Außerdem läuft das chemische Behandlungsverfahren mit Umsetzung der Filmschicht folgendermaßen ab. Beispielsweise wird ein Aluminiumprodukt in eine wässrige Lösung mit rund 5% Natriumkarbonat über einen Zeitraum in der Größenordnung von etwa 20 bis 30 Minuten eingetaucht.

Nun wird ein Ätzverfahren erläutert. **Fig. 3a** bis **3e** zeigen verschiedene Schritte des Ätzverfahrens. Gemäß **Fig. 3a** wird die Aluminiumrippe 17 direkt mit dem Dickschichtkunststoff 25 zur elektrischen Isolierung beschichtet. Zur Bildung der Leitungswege wird auf die Kupferfolie 14, die auf den Dickschichtkunststoff aufgedruckt ist, ein Trockenfilm 27 auflaminiert. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Laminierungstemperatur etwa 90 bis 100°C, ist der Druck dabei etwa 2 bis 4 kg/cm<sup>2</sup>, und beträgt die Geschwindigkeit rund 1,0 bis 2,0 m/min.

Anschließend wird, wie **Fig. 3b** zeigt, eine Maske 28 mit Negativmuster auf den Trockenfilm 27 aufgebracht, worauf eine Weiterbearbeitung durch Belichtung mittels einer Hochdruck-Quecksilberlampe zum Beispiel erfolgt. Danach wird die Maske 28 mit dem Negativmuster entfernt, wie **Fig. 3c** zeigt. Die Bereiche auf dem Trockenfilm 27, die gegenüber der Belichtung abge-

schattet waren, werden entfernt. Die übrigen Bereiche des Trockenfilms 27 werden mittels eines flüssigen Entwicklers entwickelt und bilden eine gehärtete Photolackschicht.

Danach werden, wie **Fig. 3d** zeigt, Teile der Kupferfolie 14, die nicht durch den Trockenfilm 27 (in den unnötigen Bereichen) geschützt sind, durch eine Lösung aus Eisen- oder Kupferchlorid aufgelöst, wodurch die Ätzung erfolgt. Abschließend wird der Trockenfilm 27 (der gehärtete Photolack) abgetrennt, wie **Fig. 3e** zeigt, um so das gewünschte Kupfermuster auf dem Dickschichtkunststoff 25 zu belassen.

**Fig. 4a–4d** und **Fig. 5** zeigen das Verfahren zur Herstellung des erfundungsgemäßen Halbleitermoduls. Gemäß **Fig. 4a** wird der Dickschichtkunststoff 254 auf die Kupferfolie 14 aufgebracht (Schritt S80). Anschließend wird gemäß **Fig. 4b** die Kupferfolie 14 direkt auf eine Oberfläche der Aluminiumrippe 17 durch Erwärmen und Pressen aufgebracht (Schritt S81). In **Fig. 4c** wird auf der Kupferfolie 14 durch den in **Fig. 3a–3e** dargestellten Ätzvorgang ein Schaltungsmuster gebildet (Schritt S82). Gemäß **Fig. 4d** werden die Wärmeleitplatte 15 und das Halbleiterelement 16 auf das Schaltungsmuster (Kupferfolienmuster 14) aufgelötet (Schritt S83), worauf das Halbleiterelement 16 mit einem anderen Schaltungsmuster unter Verwendung eines Drahts 22 verbunden (Schritt S84) und die Abdeckung 21 auf die Aluminiumrippe 17 aufgesetzt wird (Schritt S85). **Fig. 6** zeigt in perspektivischer Ansicht einen Zustand, bei dem mehrere Halbleitermodule auf die Aluminiumrippe 17 aufgesetzt sind, während **Fig. 7** eine perspektivische Darstellung der Form einer wabenförmig ausgelegten Kühlrippe 17a zeigt.

Auch wenn die Erfindung zum Zwecke einer vollständigen und deutlichen Offenbarung vorstehend im Zusammenhang mit einem speziellen Ausführungsbeispiel erläutert wurde, sind die beigefügten Ansprüche nicht in dieser Weise eingeschränkt, sondern sind so zu verstehen, daß sie alle für den Fachmann auf diesem Gebiet gegebenenfalls möglichen Modifizierungen und alternativen Konstruktionen umfassen, welche in den Rahmen der hier dargestellten grundlegenden Lehre fallen.

#### Patentansprüche

1. Halbleitermodul mit einem Gehäuse mit einem Innenraum und einer diesen verschließenden Wärmeableitvorrichtung, welches eine leitende Kühlrippe (17) aufweist, gekennzeichnet durch

- einen direkt auf der Wärmeableiteinrichtung ausgebildeten elektrischen Isolierkörper (25) der eine Innenfläche definiert;
- ein Kupferfolienmuster (14), welches eine Vielzahl von Leitungswegen auf der Innenfläche des Isolierkörpers (25) bildet; und
- ein Halbleiterelement (16), das auf dem Kupferfolienmuster (14) angeschlossen ist.

2. Halbleitermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Isolierkörper (25) eine Oberflächenoxidbildung auf der Wärmeableiteinrichtung aufweist.

3. Halbleitermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Isolierkörper (25) ein Epoxidharz aufweist.

4. Halbleitermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es außerdem eine Wärmeleitplatte (15) aufweist, über welche das Halbleiterelement (16) mit dem Kupferfolienmuster (14) verbun-

den ist.

5. Halbleitermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleiterelement (16) einen Leistungstransistor, ein IGBT-Element oder eine Diode aufweist.

6. Halbleitermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlrippe (17) eine Wabenstruktur aufweist.

7. Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterelements, dadurch gekennzeichnet, daß es die folgenden Schritte aufweist:

- Aufbringen eines elektrisch isolierenden Kunststoffs auf eine erste Fläche einer Kupferfolie;

- Aufbringen der kunststoffbeschichteten Oberfläche der Kupferfolie auf eine Oberfläche der Wärmeableitvorrichtung unter Erwärmung und Verpressung;

- Bildung eines Schaltungsmusters auf der Kupferfolie, welches mindestens einen ersten und einen zweiten Stromleiter aufweist;

- Auflöten zumindest von einer Wärmeleitplatte und einem Halbleiterelement auf das Kupferfolienmuster;

- elektrisches Anschließen des Halbleiterelements an den mindestens ersten und zweiten Stromleiter unter Verwendung eines Drahts; und

- Aufsetzen einer Abdeckung auf die Wärmeableitvorrichtung zum Umschließen von mindestens dem Halbleiterelement.

8. Verfahren zur Herstellung eines Halbleitermoduls nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufbringsschritt die Beschichtung der Kupferfolie mit einem Epoxidharz umfaßt.

9. Verfahren zur Herstellung eines Halbleitermoduls nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufbringsschritt die Bildung einer Filmschicht aus oxidiertem Aluminium durch Oberflächenoxidierung der Wärmeableitvorrichtung umfaßt.

10. Leistungsregler zur Verwendung in Verbindung mit einem Halbleitermodul, gekennzeichnet durch

- eine Kühlrippe (17) mit einer ersten Fläche;

- einen direkt auf die erste Fläche der Kühlrippe (17) zur Bildung einer Beschichtungsfläche aufgebrachten elektrisch isolierenden Kunststoff (25);

- ein Kupferfolienmuster (14), welches eine Vielzahl von elektrischen Leitern auf der beschichteten Fläche des elektrisch isolierenden Kunststoffs (25) bildet;

- ein Leistungshalbleiterelement, das auf das Kupferfolienmuster (14) aufgelötet ist; und

- einen Steuerschaltungsbereich, der an mindestens einen Bereich der Oberfläche des elektrisch isolierenden Kunststoffs (25) mit Ausnahme der elektrischen Leiter angelötet ist.

11. Leistungsregler nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlrippe (17) eine Aluminiumrippe aufweist.

12. Leistungsregler nach Anspruch 10 dadurch gekennzeichnet, daß der elektrisch isolierende Kunststoff (25) ein Epoxidharz aufweist.

13. Leistungsregler nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Kupferfolienmuster (14) ein gedrucktes Schaltungsmuster auf dem elektrisch isolierenden Kunststoff (25) aufweist.

14. Leistungsregler nach Anspruch 10, dadurch ge-

kennzeichnet, daß er des weiteren eine Wärmeleitplatte (15) aufweist, über welche das Halbleiterelement (16) mit dem Kupferfolienmuster (14) verbunden ist.

15. Leistungsregler nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleiterelement (16) einen Leistungstransistor, ein IGBT-Element oder eine Diode aufweist.

16. Leistungsregler nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlrippe (17) eine Wabenstruktur aufweist.

17. Leistungsregler nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Fläche der Kühlrippe (17) ein isolierendes Oxid aufweist.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

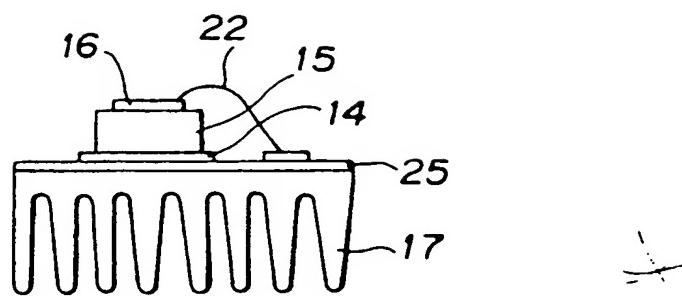


FIG. 2

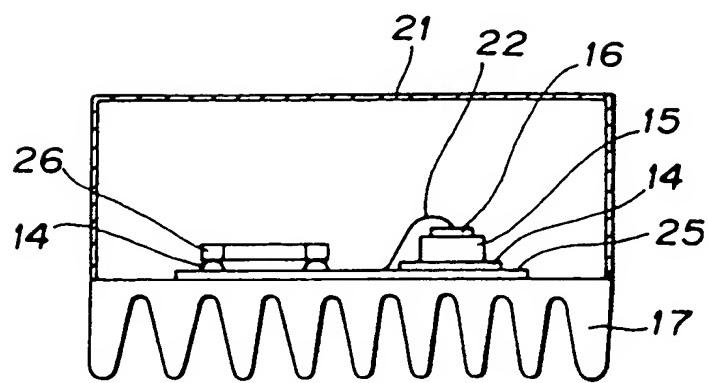


FIG.3 a

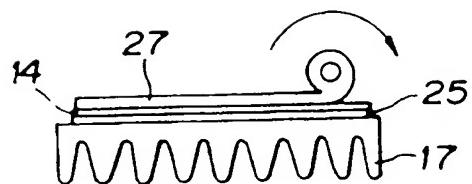


FIG.3 b

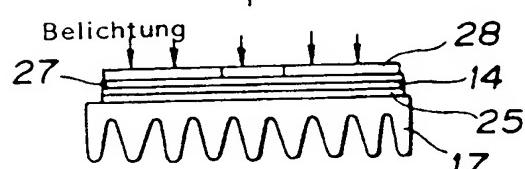


FIG.3 c

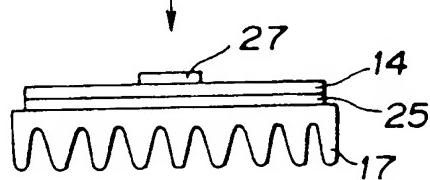


FIG.3 d

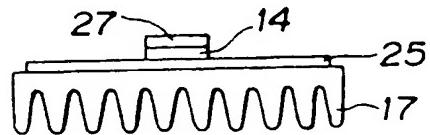


FIG.3 e

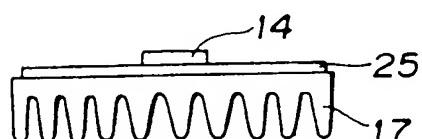


FIG. 4a

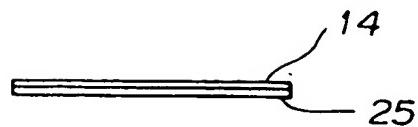


FIG. 4b

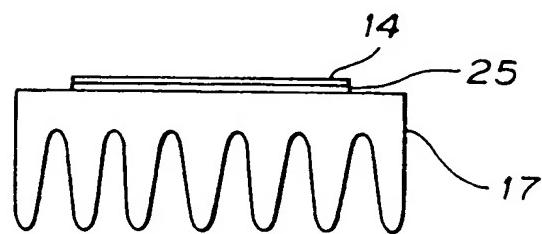


FIG. 4c

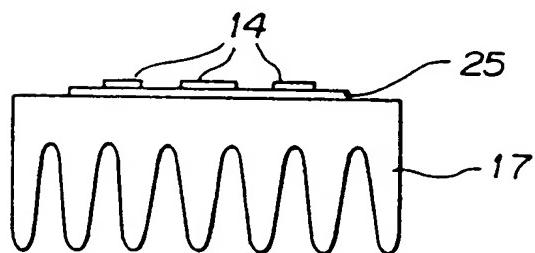
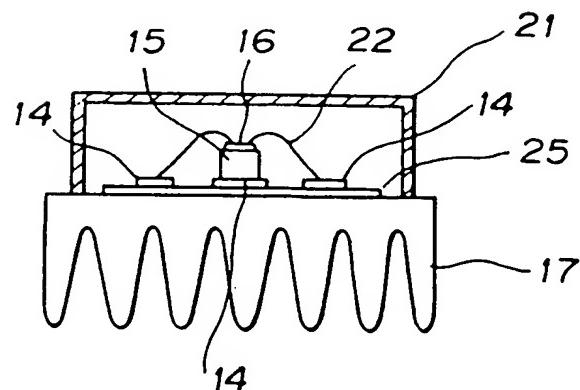


FIG. 4d



## FIG. 5

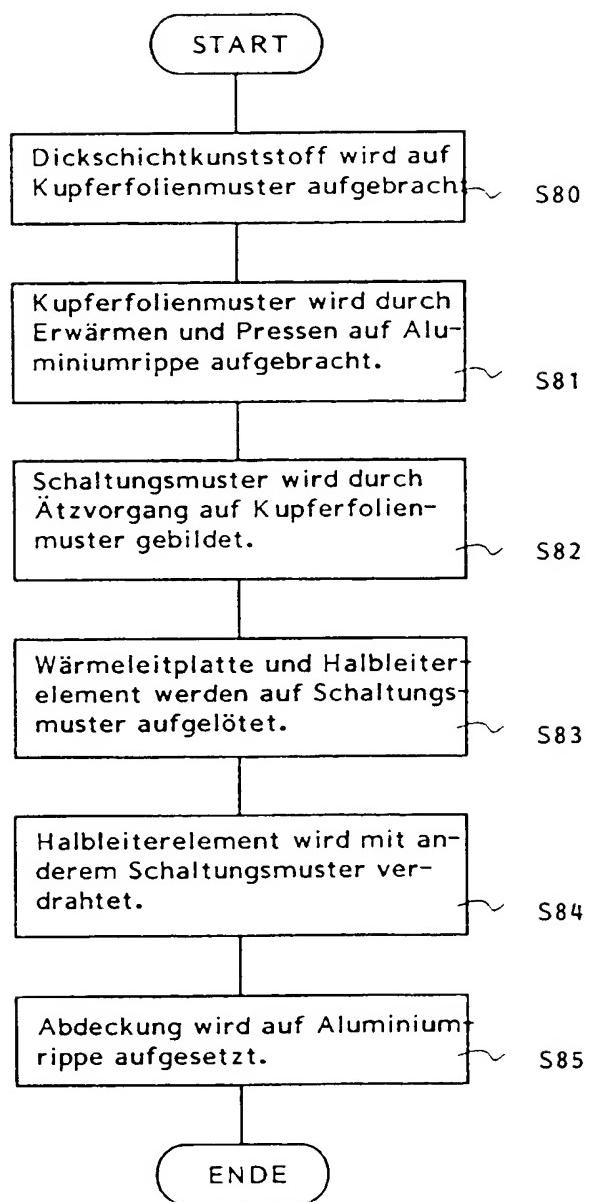
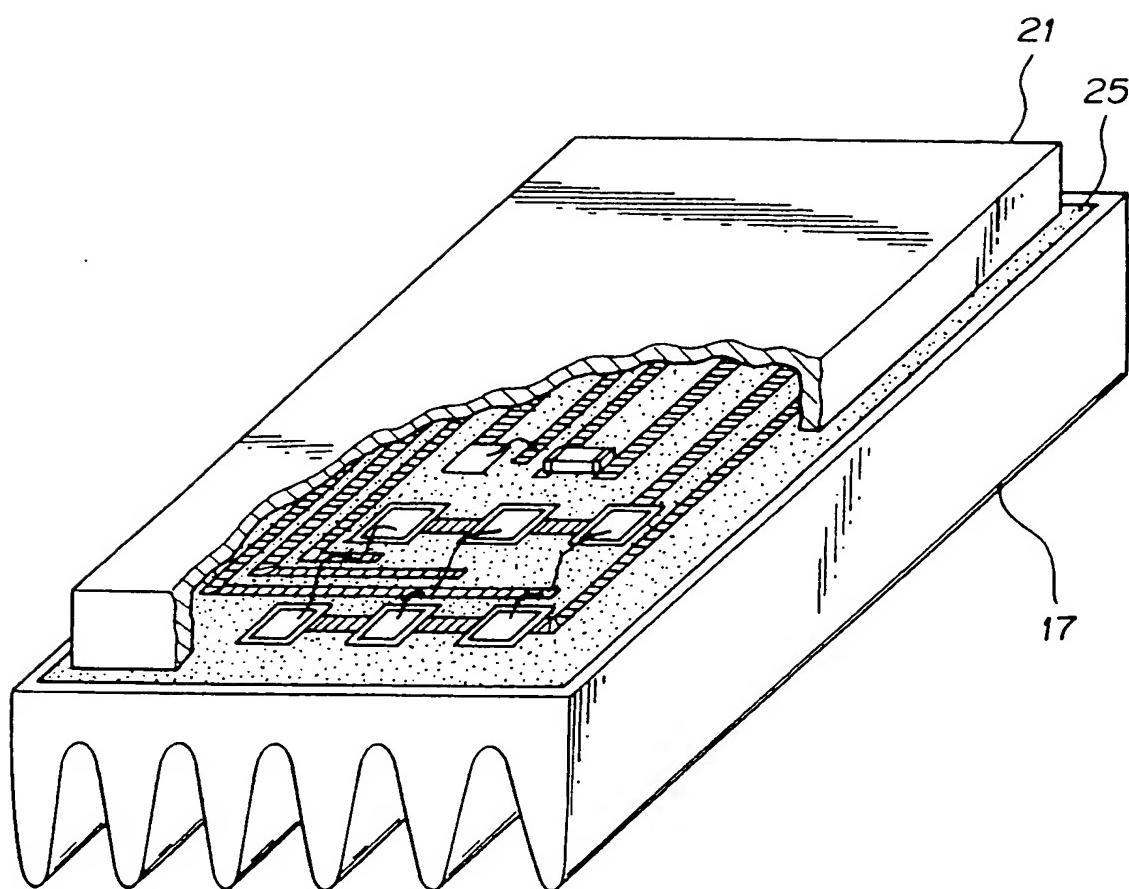


FIG. 6

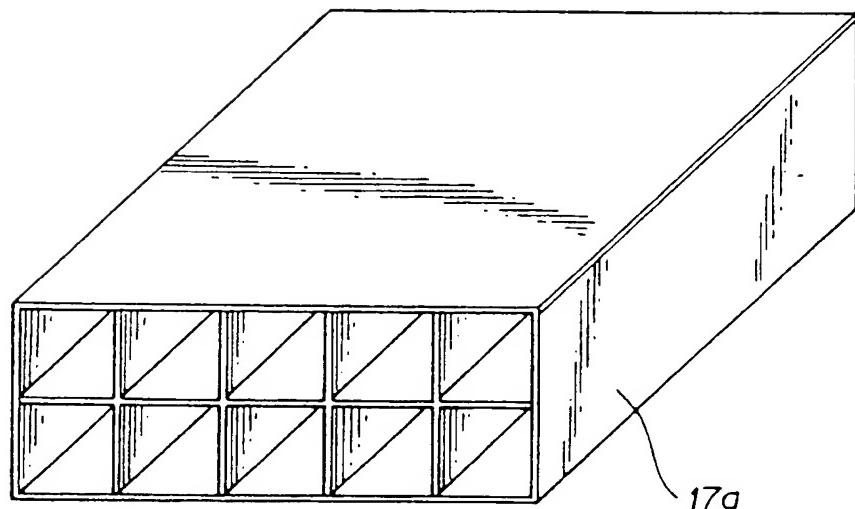


ZEICHNUNGEN SEITE 8

Numm. r.:  
Int. Cl. 5:  
Off. nlegungstag:

DE 42 38 417 A1  
H 01 L 26/07  
19. Mai 1993

FIG. 7



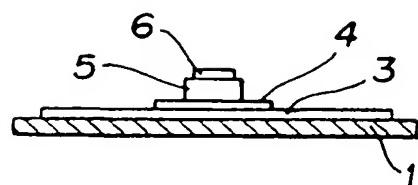
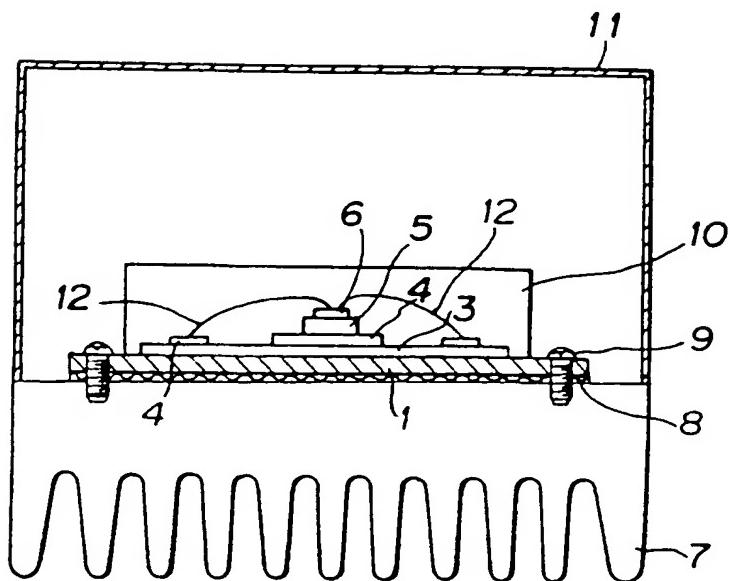
**FIG. 8** - STAND DER TECHNIK**FIG. 9** - STAND DER TECHNIK

FIG. 10

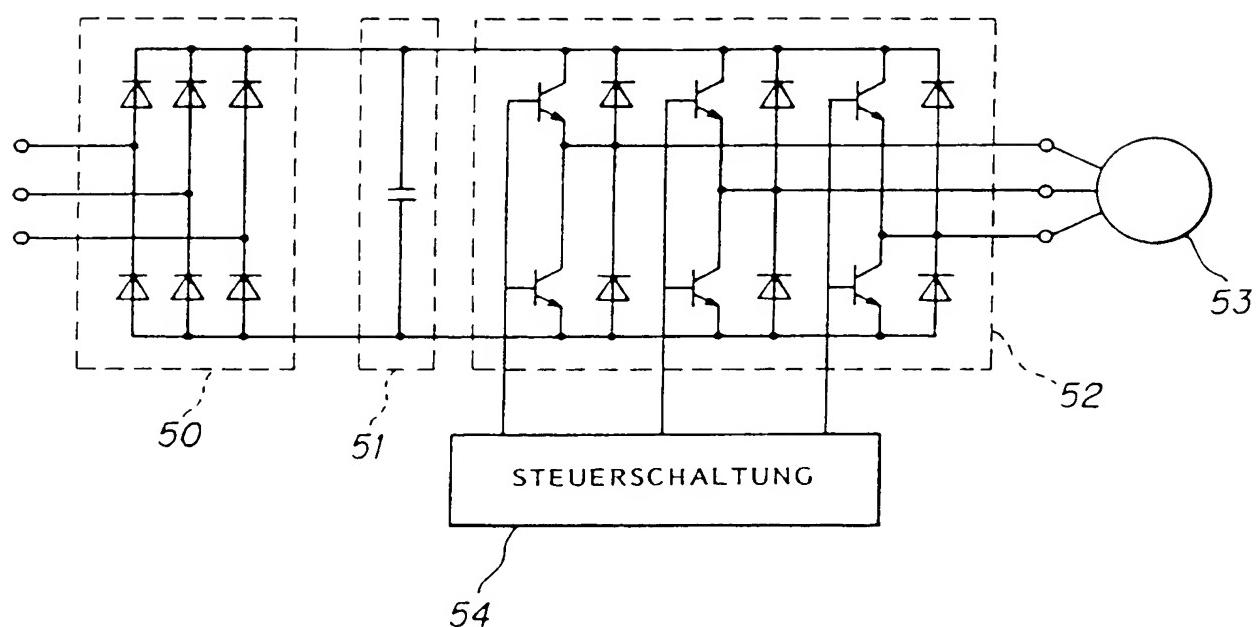


FIG. 11

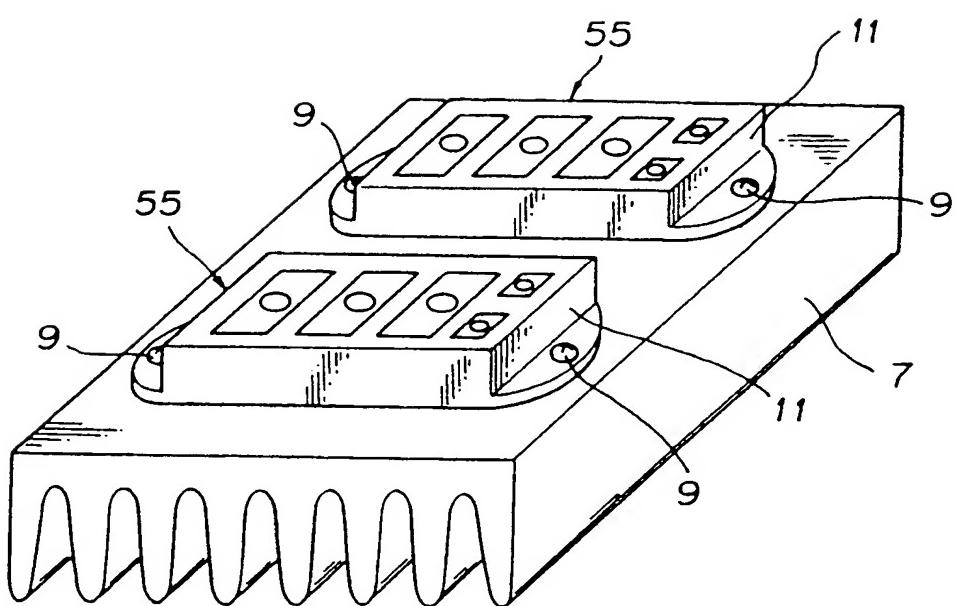


FIG. 12a



FIG. 12b

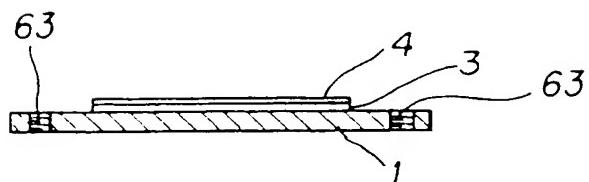


FIG. 12c

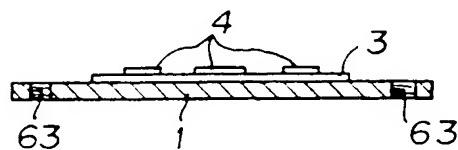


FIG. 12d

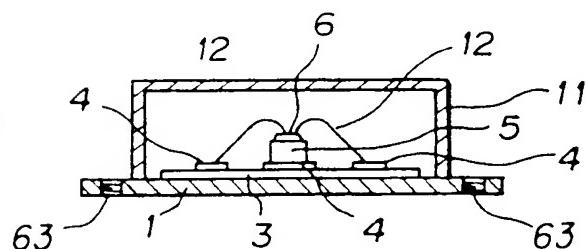
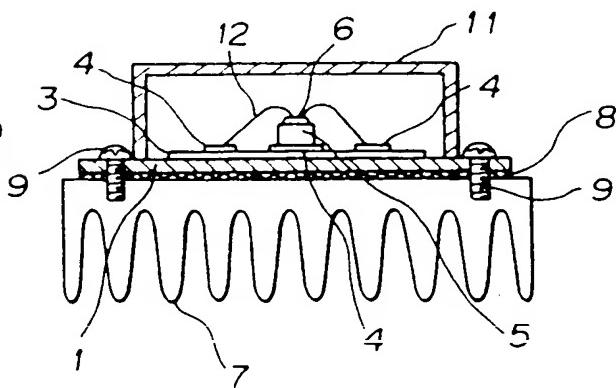


FIG. 12e



## FIG. 13

